

## 一、项目名称：耐磨蚀抗热震结构功能材料及涂层技术

## 二、提名者及提名意见

本项目针对汽车、冶金、矿山、风电等行业关键核心部件材料耐磨蚀、抗热震性能不足，开发效率低下等难题，成功开发了高通量材料组合制备及并行测试、快速优化技术，建立了耐磨蚀材料数据库，提高材料研发效率 10 倍以上，同时实现了材料结构-功能一体化、复杂性能的精确调控，获得兼具耐磨蚀、抗热震性能的系列化金属间化合物/陶瓷复合材料；开发的金属间化合物/陶瓷复合材料结构功能载体，应用于柴油车尾气净化、高温烟气过滤，满足抗热震、抗冲蚀、耐高温等，解决了柴油车尾气、高温煤化工过滤体要求高过滤效率、低压降的矛盾，过滤效率提高至 99%，使用寿命提高 3~5 倍。开发的高通量耐磨蚀材料组合制备技术，广泛应用于矿用大型液压支柱和托辊、高铁制动盘、风电电机轴、汽车大型挤压模具、油田抽油泵管等产品的表面强化，使用寿命提高 2 倍以上。

项目制定国家标准 4 项、地方标准 7 项、授权发明专利 54 件，其中国际发明专利 3 件、获软件著作权 3 项，发表 SCI 论文 78 篇。成果在潍柴动力空气净化科技有限公司、山东能源重装集团、兖矿集团等企业应用，近 3 年累计新增销售额 60 余亿元。技术成果为汽车、矿山、海工、高铁、风电、石油、机械、造纸等领域核心部件安全运行提供了保障，经济效益显著。项目成果发展前景好，促进新材料、高端制造行业科技进步作用大，主要技术指标达到国际领先水平，主要完成人员排序合理、无异义。

对照国家技术发明奖申报和推荐基本条件，同意推荐申报国家技术发明二等奖。

## 三、项目简介

该项目属金属基复合材料领域。高性能材料是减排、降耗、节材的重要基础和保障，支撑着汽车、矿山、海工、高铁、风电、石油、机械、造纸等领域关键核心部件高效运行。由于强磨蚀、高热震等恶劣服役环境，导致重型汽车尾气后处理载体、大型矿井支柱和托辊、海上风电电机主轴和刹车盘、油田抽油泵管等关键件过早失效，造成效率低，材料浪费和污染严重，甚至突发事故。开发高性能材料，提升耐磨蚀、抗热震等性能是解决的唯一途径，是《中国制造 2025》的战略重点，发展高端装备的基础。然而，服役环境严酷的关键部件往往需要兼具耐磨蚀、抗热震等复杂性能，传统的“炒菜式”新材料研发方式，投入大、效率低、材料性能单一，成为制约新材料开发的主要瓶颈。针对上述背景和难点，本项目在国家 863 计划、国家自然科学基金等支持下，分析不同工况环境下材料的服役行为和失效机理，设计材料组成、结构，研究多尺度、多级复合强化机制，发明了高通量耐磨蚀材料设计、组合制备及并行测试技术，开发了数据管理系统，提高新材料研发效率 10 倍以上。开发出系列耐磨蚀、抗

热震材料和关键结构功能产品，实现了产业化应用，形成如下成果：

1、发明了高通量耐磨蚀材料设计、制备及表征技术，建立了耐磨蚀材料数据管理系统，提高研发效率 10 倍以上；提出基于服役环境材料复合、结构设计及多相协同自补强的设计方法，建立金属间化合物/陶瓷低维增强、多尺度复合模型，揭示了强化相的反应扩散自生复合理论，协同提升材料耐磨蚀和抗热震性能，开发了系列耐磨蚀抗热震材料。

2、针对特定苛刻服役环境下过滤体材料结构和功能性的双重要求，发明了高通量制备自生复合金属间化合物/陶瓷包覆结构过滤体，提高耐磨蚀性；构建并制备梯度多级孔结构，高导热率和低线胀系数的材料不同形式复合，提高抗热震性；创新了物理造孔+壁面自组装成孔的组合结构，实现高过滤效率、低压降、长寿命。通过过滤体材料、微粒捕集再生控制、背压测试以及耐久性评测等集成创新，过滤效率提高至 99%，使用寿命提高 3~5 倍。

3、开发了耐磨蚀、抗热震金属间化合物/陶瓷梯度涂层及熔射微变形控制技术，具有多相协同增韧、纳/微米多尺度复合结构，实现线胀系数渐变，应力缓释；发明了耐磨蚀造纸涂布刮刀、矿用大型支柱和托辊等专利产品，寿命提高 2 倍以上，满足严酷环境下高效连续生产需要。

项目制定国家标准 4 项、地方标准 7 项、授权发明专利 54 件，其中国际发明专利 3 件、获软件著作权 3 项，发表 SCI 论文 78 篇。成果在山东能源重装集团、潍柴动力空气净化科技有限公司、兖矿东华重工有限公司、青岛征和工业股份有限公司、山东天瑞重工有限公司等国内外 30 余家单位应用，近 3 年累计新增销售额 60 亿元。技术成果为汽车、矿山、海工、高铁、风电、石油、机械、造纸等领域核心部件安全运行提供了保障。项目主要技术指标达到国际领先水平，应用领域广泛，产生了突出经济和社会效益，促进了极端环境用材料、高端制造行业科技进步。

## 四、客观评价

### 1、权威检测机构测试

(1)开发了等离子熔射耐磨蚀组合涂层制备设备，具有 6 通道同步送粉、自动切换功能，一次装夹可制备不低于 30 个样品的耐磨蚀涂层样品阵列，技术参数由青岛市产品质量监督检验研究院检测并出具检测报告（No.QTC-819000400）。

(2)开发了组合样品阵列快速多参数、多级磨损、冲蚀的实验检测设备，可实现连续调速（0-1000r/min）、调压（0-500N），具有平行切换实现对多阵点样品阵列同参数测试功能。产品由山东省计量科学研究院测试校准（校准证书编号 L05-20180135、F14-20180534）。

(3)中国有色金属工业粉末冶金产品质量监督检验中心、国家建筑材料工业陶瓷产品质

量监督检验中心检测，项目产品指标符合标准要求。

（4）液压支架立柱、刮板输送机中部槽、采煤机导向滑靴、电机轴、内齿圈五大系列 21 个型号产品，被工信部列入国家第一批《再制造产品目录》。

## 2、鉴定结论

本项目技术 5 项成果通过了山东省科技厅组织的专家委员会鉴定。

（1）2011 年中国工程院院士陈蕴博、侯保荣等组成的鉴定委员会一致认为：“金属间化合物/陶瓷材料及制备技术”获得孔型为三维连通且为复合孔型的多孔材料，其物理造孔和反应造孔工艺控制技术，达到国际领先水平。

（2）2011 年中国工程院院士陈蕴博、侯保荣等组成的鉴定委员会一致认为：“柴油车尾气过滤用金属间化合物/陶瓷材料及制备技术”提高柴油车尾气过滤体的再生性能和使用寿命，综合使用性能达到国际领先水平。

（3）2018 年山东省科技厅组织专家验收（2014GGX102026）：“开发了国内首个等离子熔射耐磨蚀组合涂层制备设备和精细控制系统，涂层制样效率较传统设备提高 10 倍以上”，项目整体技术处于国际领先水平。

（4）科技部 863 计划课题（2015AA034404）验收结论：开发了高通量等离子熔射耐磨蚀组合涂层制备及表征技术，一次装夹可制备及并行检测大于 30 个样品的耐磨蚀涂层样品阵列，等离子熔射梯度耐磨板耐磨性比 ZGMn13 提高到 2 倍以上。

## 3、重要科技奖励

（1）2018 年山东省科技进步一等奖：高通量耐磨蚀抗热震组合材料创新技术及产业化

（2）2013 年山东省技术发明一等奖：耐磨蚀结构功能材料及涂层制备技术

（3）2012 年青岛市技术发明一等奖：Ni(Fe)-Al/陶瓷过滤体及梯度涂层技术

## 4、成果公开报道及国内外同行公开发表的学术性评价

（1）日本筑波大学 Hitoshi NISHIJIMA 教授在《Journal of the Ceramic Society of Japan》中引用课题组采用反应烧结制备的金属间化合物/陶瓷复合材料，获得具有组合孔型结构的多孔材料及方法。

（2）莫斯科国立科技大学 D.V. Shtansky 教授在 International Materials Reviews（IF=7.9）引用了课题组的反应成孔机理，反应烧结参数对孔结构的形成、组织和最终孔隙率的影响等。

（3）2004 年《教育部科技发展中心》、《粉末冶金工业》、《硅酸盐通报》、《稀有金属》等刊物报道山东科技大学与俄罗斯合作开发的金属间化合物/陶瓷多孔材料，既具有金属的强韧性又有陶瓷的高硬度和耐热性，将是理想的汽车尾气净化载体材料。

(<http://www.edu.cn/20031217/3096096>)

## **5、研发平台**

2012年山东能源重装获批再制造国家工程研究中心,覆盖机械产品再制造检测评价体系、再制造关键共性技术、成套工艺和装备的开发与工程化应用等,山东能源重装成为国家发改委批复的再制造试点单位(2017年通过验收),是国家发改委、经贸委批准的全国惟一“矿用设备再制造生产基地”,国家工信部第一批矿采机械再制造试点单位。

## **6、制定标准**

制定国家标准4项、地方标准7项,涵盖再制造机械产品表面修复、再制造发动机、曲轴、液压支架立柱、刮板输送机等,推动了相关技术产品标准化工作。

## 五、应用情况

### 1. 应用情况

#### (1) 山东能源重装集团

2010 年，公司采用山东科技大学金属间化合物/陶瓷材料耐磨蚀涂层及梯度复合技术，用于矿用耐磨蚀型立柱、抗磨损轧辊、耐磨电机转子轴、高速铁路耐磨道岔、船用耐磨耐蚀衬板等，提高其抗磨蚀性能，并且熔覆层与基体均无粗大的铸造组织，基体热影响区小，零件不易变形。取得突出效果：如矿用耐腐磨蚀型立柱经过 12000 次实验后，耐久、密封、溢流等指标均达到标准要求，实现 5 年免维护，在机械产品再制造领域市场占有率达到 40%以上。山东能源机械集团，是国内首家将再制造技术引入矿用设备领域的企业，并建成了国内唯一的矿用设备再制造基地。2010 以来，累计完成耐磨蚀再制造处理面积 160 万平方米，消耗合金材料粉末 1800 吨，粉末用量、再制造规模位于全世界前列。与国外再制造广泛使用维修尺寸法和更换新品法相比，我国再制造产业在徐滨士院士等专家的深入研究和积极倡导下，积极开发表面技术、着力提升旧件利用率，对节能、节材、保护环境贡献更大。但是与国外再制造行业相比，国内用户对再制造产品缺乏了解和认同。而机械制造企业参与热情也不高，有的甚至存在排斥心理。再制造后的产品各项指标达到或超过新机标准，年可利用废旧矿山机械核心零部件 10000 吨，减少使用新钢铁 7000 吨，综合节能率 60%、节材 70%，节能环保效果明显，社会效益和经济效益显著。

#### (2) 耐磨蚀材料等离子熔射和激光熔覆技术其他应用领域

青岛华瑞丰机械有限公司用于海上风电电机轴强化，兖矿东华重工有限公司等企业用于矿山大型托辊和支柱表面强化，青岛征和工业股份有限公司用于链条销轴、农机刀具等产品强化，山东天瑞重工有限公司用于凿岩机刀头强化；山东丛林集团公司、浙江永兴特种不锈钢公司用于模具及轧辊等强化；合鸿新材科技公司、东营威玛（集团）石油钻具公司用于石油钻杆、耐磨带等表面强化，产品出口美国；济南天盟新材料科技有限公司、马鞍山市智新纳米公司应用于造纸涂布刮刀、起皱刮刀等产品。

#### (3) 潍柴动力空气净化科技有限公司

该技术成果自 2015 年起匹配潍柴动力空气净化科技有限公司研发的尾气后处理系统，合作开发的耐磨蚀抗热震金属间化合物/陶瓷复合材料，主要针对柴油机抗热震载体及 DOC+DPF+SCR 后处理技术及系统，降低 CO、CH、NO<sub>x</sub> 及颗粒物等污染物，解决载体的抗热震性、热稳定性、过滤效率、压降等相互矛盾、制约的问题，提高了尾气后处理系统的过滤净化效率和使用寿命，降低了后处理系统故障点。在此基础上集成设计了消声器内部结构，

载体布置方式,简化整车排气管路,大大提高了系统可靠性,匹配 WP4/WP5/WP6/WP10/WP12 等道路及船用发动机,被广泛应用于陕西重汽、北奔、江淮、大运、青汽、福田、宇通等整车厂,并出口美国、欧洲、东南亚等,在产品效率、整车匹配安装、耐久性与可靠性、可维护性上有突出优势。自 2015 年以来,累计销售不同型号尾气后处理系统 128.25 万台。其中,2017 年用于潍柴动力重卡发动机 37 万台,市场占有率达 33.1%,处于行业领先地位。

六、主要知识产权和标准规范等目录

承诺：上述知识产权用于提名国家科学技术发明奖的情况，已征得未列入项目主要完成人的权利人（发明专利指发明人）的同意。

知识产权 (标准) 类别	知识产权(标准)具体名称	国家 (地区)	授权号 (标准编号)	授权 (标准实施) 日期	权利人(标准起草单位)	发明人(标准起草人)	发明专利(标准)有效状态
发明专利	多孔金属间化合物-陶瓷催化剂载体及其制备方法	中国	ZL200810138309.1	2010年09月15日	山东科技大学	崔洪芝; 吴杰	有效专利
发明专利	一种等离子熔射梯度耐磨板及其制备方法和用途	中国	ZL201610819059.2	2018年09月21日	山东科技大学	崔洪芝; 宋晓杰; 王灿明; 夏鹏成; 宋强	有效专利
发明专利	用于激光熔覆的合金粉末及其制备方法	中国	ZL201410225021.3	2015年12月30日	山东能源重装集团大族再制造有限公司	杨庆东;董春春;杨帆;马文平;杜学芸;宋其伟	有效专利
发明专利	陶瓷-金属间化合物梯度过滤管及其制备方法和用途	中国	ZL201310185549.8	2015年04月15日	山东科技大学	崔洪芝; 曾良良; 吴杰; 马丽; 魏娜	有效专利
发明专利	汽车尾气过滤用Al2TiO5/SiC多孔复合材料及其制备方法	中国	ZL201310185551.5	2014年06月18日	山东科技大学	崔洪芝; 李书海; 崔德运; 王军	有效专利
计算机软件著作权	耐磨蚀涂层材料数据管理系统	中国	2016SR357954	2016年12月07日	山东科技大学		其他有效的知识产权
发明专利	A METHOD FOR REPAIRING A SPROCKET WHEEL BY 3D PRINTING (一种链轮的3D打印修复方法)	澳大利亚	AU2016253557	2018年11月20日	山东能源重型装备制造集团有限责任公司;山东能源重装集团大族再制造有限公司	周峰;杨庆东;澹台凡亮;杨帆;何建群;陶常胜;杜学芸;宋其伟;李阳	有效专利

发明专利	Laser cladding method（一种激光熔覆方法）	欧洲	EP2708621	2016年6月15日	山东能源重装集团大族再制造有限公司	李希勇；周峰；张延亮；杨庆东；苏伦昌；董春春；澹台凡亮	有效专利
发明专利	一种高硬度单相高熵合金涂层及其制备方法和用途	中国	ZL201610051938.5	2018年07月17日	山东科技大学	王灿明；孙宏飞；崔洪芝；刘亮	有效专利
国家标准	再制造机械产品表面修复技术规范	中国	GB/T 35977-2018	2018年2月6日	山东能源重装集团等	杨庆东等	现行

## 七、主要完成人情况表

姓 名	崔洪芝	性别	女	排 名	1	国 籍	中国						
出生年月	1965-02			出 生 地	山东	民 族	汉族						
身份证号	37010219650201332X			归国人员	否	归国时间							
技术职称	教授			最高学历	研究生	最高学位	博士						
毕业学校	中国石油大学（华东）			毕业时间	2009-06	所学专业	金属材料						
电子邮箱	cuihongzhi1965@163.com			办公电话	0532-86057929	移动电话	13668891870						
通讯地址	山东省青岛经济技术开发区前湾港路 579 号					邮政编码	266590						
工作单位	山东科技大学					行政职务	无						
二级单位	材料科学与工程学院					党 派	中国共产党						
完成单位	山东科技大学					所 在 地	山东青岛						
						单位性质	学校						
参加本项目的起止时间		2008-01 至 2018-12											
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>该项目研究、开发工作的总负责人；对创新点 1、2、3 做出创造性贡献，组织开展高通量耐磨蚀、抗热震材料基础与应用研究等，提出创新性学术思想，突破了抗热震、耐磨蚀关键服役性能协同提升技术瓶颈；参加科研时间占本人日常工作时间的 70%。</p> <p>支撑材料：授权发明专利 27 项，软件著作权 3 项，公开发表 SCI 论文 37 篇，作为第 1 完成人通过省级项目验收 1 项、863 计划项验收 1 项，国家自然科学基金结题 1 项。</p>													
<p>曾获国家科技奖励情况：</p> <p>1、2008 年，国家科技进步奖，二等奖，等离子控制原位冶金反应技术与工程应用，第一位，2008-J-215-2-04-R01</p>													
<p><b>声明：</b>本人同意完成人排名，遵守《国家科学技术奖励条例》及其实施细则的有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。<b>该项目是本人本年度被提名的唯一项目。</b>如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。</p> <p>本人签名：</p> <p>年 月 日</p>					<p><b>完成单位声明：</b>本单位确认该完成人情况表内容真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查处理工作。</p> <p><b>工作单位声明：</b>本单位对该完成人被提名无异议。</p> <p>单位（盖章）</p> <p>年 月 日</p>								



## 七、主要完成人情况表

姓 名	王灿明	性别	男	排 名	2	国 籍	中国						
出生年月	1974-02			出 生 地	山东	民 族	汉族						
身份证号	372924197402173017			归国人员	否	归国时间							
技术职称	副教授			最高学历	研究生	最高学位	博士						
毕业学校	山东科技大学			毕业时间	2012-12	所学专业	金属材料						
电子邮箱	wangcanming@sdust.edu.cn			办公电话	0532-86057267	移动电话	13953254022						
通讯地址	山东省青岛经济技术开发区前湾港路 579 号					邮政编码	266590						
工作单位	山东科技大学					行政职务	无						
二级单位	材料科学与工程学院					党 派	群众						
完成单位	山东科技大学					所 在 地	山东青岛						
						单位性质	学校						
参加本项目的起止时间		2008-01 至 2018-12											
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>对该项目第 1、3 项创新点做出创造性贡献，开展了高通量耐磨蚀材料及梯度涂层微变形技术的理论及应用研究，本人在该项研究中所占工作量占本人总工作量 80%。</p> <p>支撑材料：授权国家发明专利 11 项，公开发表 SCI 论文 6 篇，作为主要完成人通过省级项目验收 1 项，863 计划项目结题 1 项。</p>													
<p>曾获国家科技奖励情况：</p> <p>1、2008 年，国家科技进步奖，二等奖，等离子控制原位冶金反应技术与工程应用，第六位，2008-J-215-2-04-R01</p>													
<p><b>声明：</b>本人同意完成人排名，遵守《国家科学技术奖励条例》及其实施细则的有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。<b>该项目是本人本年度被提名的唯一项目。</b>如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。</p> <p>本人签名：</p> <p>年 月 日</p>					<p><b>完成单位声明：</b>本单位确认该完成人情况表内容真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查处理工作。</p> <p><b>工作单位声明：</b>本单位对该完成人被提名无异议。</p> <p>单位（盖章）</p> <p>年 月 日</p>								

## 七、主要完成人情况表

姓 名	杨庆东	性别	男	排 名	3	国 籍	中国						
出生年月	1968-08-30			出 生 地	山东	民 族	汉						
身份证号	370982196808305056			归国人员		归国时间							
技术职称	副高级工程师			最高学历	本科	最高学位	学士						
毕业学校	山东矿业学院			毕业时间	2006-07-01	所学专业	煤质分析						
电子邮箱	snjxjt@126.com			办公电话		移动电话	18953861897						
通讯地址	泰安市高新区					邮政编码	271219						
工作单位	山东能源重型装备制造集团有限责任公司					行政职务	总工程师						
二级单位						党 派	中国共产党						
完成单位	山东能源重型装备制造集团有限责任公司					所 在 地	泰安市高新区						
						单位性质	国有企业						
参加本项目的起止时间		2010-01 至 2018-12											
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>    对该项目第 1、3 项创新点做出创造性贡献，开展了高通量耐磨蚀材料及梯度涂层微变形技术的应用研究，矿用装备再制造技术研究，本人在该项研究中所占工作量占本人总工作量 60%。</p> <p>支撑材料：授权国家发明专利 30 项。</p>													
<p>曾获国家科技奖励情况：</p> <p style="text-align: center;">无</p>													
<p><b>声明：</b>本人同意完成人排名，遵守《国家科学技术奖励条例》及其实施细则的有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。<b>该项目是本人本年度被提名的唯一项目。</b>如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。</p>					<p><b>完成单位声明：</b>本单位确认该完成人情况表内容真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查处理工作。</p>								
					<p><b>工作单位声明：</b>本单位对该完成人被提名无异议。</p>								
本人签名：					单位（盖章）								
年    月    日					年    月    日								

## 七、主要完成人情况表

姓 名	王奉双	性 别	男	排 名	4	国 籍	中国
出生年月	1984-05			出 生 地	山东	民 族	汉族
身份证号	371327198405205133			归国人员	否	归国时间	
技术职称	工程师			最高学历	大学本科	最高学位	学士
毕业学校	长安大学			毕业时间	2009-06	所学专业	
电子邮箱	wangfengs@weichai.com			办公电话	0536-5075573	移动电话	15165619330
通讯地址	山东省潍坊市高新技术开发区					邮政编码	261061
工作单位	潍柴动力空气净化科技有限公司					行政职务	技术质量部副经理
二级单位						党 派	中国共产党
完成单位	潍柴动力空气净化科技有限公司					所 在 地	山东潍坊
						单位性质	国有企业
参加本项目的起止时间		2013-01 至 2018-12					
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>对项目的第 2、3 项技术发明点做出创造性贡献，组织开展柴油车尾气后处理载体再生控制技术以及集成装置开发，参加科研时间占本人日常工作时间的 70%。</p> <p>支撑材料：作为主要完成人员参与柴油机尾气净化载体及系统集成技术开发校企合作。</p>							
<p>曾获国家科技奖励情况：</p> <p style="text-align: center;">无</p>							
<p><b>声明：</b>本人同意完成人排名，遵守《国家科学技术奖励条例》及其实施细则的有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。<b>该项目是本人本年度被提名的唯一项目。</b>如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。</p> <p style="text-align: right;">本人签名：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>					<p><b>完成单位声明：</b>本单位确认该完成人情况表内容真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查处理工作。</p> <p><b>工作单位声明：</b>本单位对该完成人被提名无异议。</p> <p style="text-align: right;">单位（盖章）</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>		

## 七、主要完成人情况表

姓 名	宋强	性 别	男	排 名	5	国 籍	中国						
出生年月	1977-02			出 生 地	山东	民 族	汉族						
身份证号	37090219770211211X			归国人员	否	归国时间							
技术职称	副教授			最高学历	研究生	最高学位	博士						
毕业学校	中国石油大学（华东）			毕业时间	2014-12	所学专业	金属材料						
电子邮箱	xiaoao7730@163.com			办公电话	0532-86057917	移动电话	13698668451						
通讯地址	山东省青岛经济技术开发区前湾港路 579 号					邮政编码	261061						
工作单位	山东科技大学					行政职务	无						
二级单位	材料科学与工程学院					党 派	中国共产党						
完成单位	山东科技大学					所 在 地	山东青岛						
						单位性质	学校						
参加本项目的起止时间		2008-01 至 2018-12											
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>对该项目第 1、3 项技术创新点做出创造性贡献，开展了耐磨蚀材料及梯度涂层微变形技术及应用研究，本人在该项研究中所占工作量占本人总工作量 80%。</p> <p>支撑材料：授权国家发明专利 7 项，公开发表 SCI 论文 4 篇，通过省级项目验收 1 项，863 计划项目验收 1 项。</p>													
<p>曾获国家科技奖励情况：</p> <p style="text-align: center;">无</p>													
<p><b>声明：</b>本人同意完成人排名，遵守《国家科学技术奖励条例》及其实施细则的有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。<b>该项目是本人本年度被提名的唯一项目。</b>如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。</p> <p style="text-align: right;">本人签名：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>					<p><b>完成单位声明：</b>本单位确认该完成人情况表内容真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查处理工作。</p> <p><b>工作单位声明：</b>本单位对该完成人被提名无异议。</p> <p style="text-align: right;">单位（盖章）</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>								

## 七、主要完成人情况表

姓 名	孙宏飞	性 别	男	排 名	6	国 籍	中国
出生年月	1957 年 07 月 31 日	出 生 地	山东济南			民 族	汉
身份证号	370902195707311215	归国人员	否			归国时间	
技术职称	教授		最高学历	研究生		最高学位	硕士
毕业学校	山东科技大学		毕业时间	1991 年 7 月 12 日		所学专业	材料科学与工程
电子邮箱	sun@sdust.edu.cn		办公电话	0532-86057267		移动电话	13869837025
通讯地址	山东省青岛经济技术开发区前湾港路 579 号					邮政编码	266590
工作单位	山东科技大学					行政职务	无
二级单位	材料科学与工程学院					党 派	无党派人士
完成单位	山东科技大学					所 在 地	山东
						单位性质	大专院校
参加本项目的起止时间	自 2008-01 至 2018-12						
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>    对该项目第 1、3 项技术发明点做出创造性贡献，开展了耐磨蚀材料及梯度涂层微变形技术的理论及应用研究，本人在该项研究中所占工作量占本人总工作量 80%。</p> <p>    授权国家发明专利 4 项，作为首位完成人研究成果通过省级鉴定 1 项。</p>							
<p>曾获国家科技奖励情况：</p> <p>    2008 年，国家科技进步奖，二等奖，等离子控制原位冶金反应技术与工程应用，第三位，2008-J-215-2-04-R03</p>							
<p><b>声明：</b>本人同意完成人排名，遵守《国家科学技术奖励条例》及其实施细则的有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。<b>该项目是本人本年度被提名的唯一项目。</b>如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。</p> <p style="text-align: right;">本人签名：</p> <p style="text-align: right;">年    月    日</p>				<p><b>完成单位声明：</b>本单位确认该完成人情况表内容真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查处理工作。</p> <p><b>工作单位声明：</b>本单位对该完成人被提名无异议。</p> <p style="text-align: right;">单位（盖章）</p> <p style="text-align: right;">年    月    日</p>			

## 八、完成人合作关系说明

项目主要完成人崔洪芝、王灿明、杨庆东、王奉双、宋强、孙宏飞分别来自山东科技大学（以下简称山科大）、潍柴动力空气净化科技有限公司、山东能源重装集团。

（1）项目组在国家 863 计划、山东省科技发展计划、校企合作等项目的支持下，紧紧围绕耐磨蚀抗热震组合材料体系以及制备技术开展产学研合作。山东科技大学与山东能源重装集团合作完成项目发明点一和发明点三，开发了高通量材料组合制备及并行测试、快速优化技术，提高了材料研发效率；开发了耐磨蚀材料及涂层产品。项目组合作开发的高通量耐磨蚀材料组合制备技术，广泛应用于矿用液压支柱、刮板机耐磨板、链轮、轧辊、电机主轴、大型托辊、油田抽油泵管、造纸涂布刮刀、发动机曲轴等产品的表面再制造强化，使用寿命提高 2 倍以上。推动了复杂工况条件下耐磨蚀、抗热震材料开发以及应用技术的进步。项目成果发展前景好，促进新材料、高端制造行业科技进步作用大。

（2）山科大与潍柴动力空气净化科技有限公司签署校企合作协议，合作开发柴油机 SCR/DPF 用载体及后处理系统，其中山科大负责耐磨蚀抗热震金属间化合物/陶瓷复合材料及多孔过滤载体的开发，潍柴动力空气净化科技有限公司负责柴油车尾气后处理系统集成开发，合作完成项目发明点二。开发了适用于柴油机尾气过滤的耐磨蚀抗热震多孔材料及过滤体技术，集成开发柴油车尾气后处理系统及再生控制系统，该技术应用于 WP4/WP5/WP6/WP7/WP10/WP12 等系列机型，耐久性达 180 万公里，微粒捕集效率高，达到欧 VI 限值，通过英国 VCA 认证，满足了出口欧美市场的要求。合作科研成果 2018 年获得山东省科技进步一等奖。